

Key Words【メゾサイクル：mesocycle、筋肥大：hypertrophy、漸進：progression、過負荷：overload、トレーニング：training、最大回復可能量(MRV)：MRV、回復：recovery、量：volume、強度：intensity】

筋肥大におけるメゾサイクルの漸進： 量vs.強度

Mesocycle Progression in Hypertrophy: Volume Versus Intensity

Mike Israetel,¹ Ph.D. Jared Feather,¹ M.S. Tiago V. Faleiro¹ Carl-Etienne Juneau,² Ph.D.
¹Renaissance Periodization ²Dr. Muscle App

要約

週単位の漸進を通常4～8週間にわたって行なう(その後1週間の回復を挟む)というのが、筋の成長を目的とするトレーニング計画における主要な漸進方法のひとつである。最も筋肥大に適した過負荷をもたらすためには、週ごとにバーベルの重量を増やすべきか、セット当たりのレップ数を増やすべきか、あるいはセット数そのものを増やすべきか？先行研究から考えられる答えは、「それら3つのうちのいくつか」を実施することであるが、おそらくはセット数の漸進が最も十分な裏づけを有する。レップ数と重量の漸進のトレードオフについてはそこまで明確になっておらず、これについても議論する。

序論

トレーニングプログラムにおける強度、量、および筋の成長効果の関係については、これまでに相当数の研究が行なわれている。このような研究は、トレーニングの全般的な戦略についての疑問を解消するのに大いに役立っているが、細かい要素についてはまだ十分に研究されていない部分もある。

これらの非常に重要な細部のひとつが、筋肥大計画における漸進についての疑問である。筋の成長を主目的とした計画において、トレーニング変数を週単位でどのように操作すればよいのか？伝統的には、単純に挙上負荷を増加させることが、正規の研究においても、現場での実践の大半においても、標準的な漸進方法とされてきた(5,25)。しかしそれは、(筋肥大に特化したトレーニングではなく)ストレングストレーニングにおける方法が単純に引き継がれただけという側面もある。そこで本稿では、筋肥大を目的としたメゾサイクルにおける漸進の問題について探求し、トレーニングに関する提言を試み、また今後の研究で検証すべき仮説を提案する。

筋肥大を目的としたトレーニングプログラムにおいて漸進させることができる主な変数は、量と強度の2つである。強度とは、相対的強度(1回最大挙上重量[1RM]のパーセンテージ、すなわちそのセットが短縮性局面の失敗にどれだけ近い)、あるいは絶対的強度(負荷)を指して用いられる。違いがわかりやすいよう、本稿においては絶対的強度を「負荷」と記述する(23)。

トレーニングプログラムにおいて、4～12週間にわたる漸進によってト

レーニングの難易度を徐々に高め、その後回復期間を挟むまで続く期間は「メゾサイクル」にあたる(18,21)。なお議論を簡潔にするため、同じく筋肥大を引き起こすことが明らかになっている残りの反復回数を意図的に操作する可能性については、本稿では取り上げない(8)。そのためこれ以降、残りの反復回数は異なる漸進方法を通じて一定であるとの前提で比較を行なう。

漸進させるのは強度か量か、その両方か？

メゾサイクルを通じて漸進させるべきは強度か、量か、それとも両方がある程度組み合わせたものか(その場合はどのように)？本稿における比較の指標となる重要な制限事項は、パフォーマンスの低下を伴わずに耐えられる疲労の総量には限りがあるという点である(12,14)。すなわち、プログラム(パフォーマンス)を実施する能力は過負荷を適用する上で重要であるため、それ以上の過負荷が不可能となるまでプログラムに追加できる仕事量には限度があるということである。パフォーマンスの一貫した回復が不可能となる量を、最大回復可能量(Maximal recoverable volume：MRV)と呼ぶことが提案されている(13)。例えば、両者が互いにある程度トレードオフの関

係にあることを考慮せずに、「プログラムに週2セットのワーキングセットを追加しよう」と言い、併せて「バーベルの重量を週5ポンド(約2.3kg)追加しよう」と言うことはできない。毎週バーベルの重量を追加しない場合、例えばワーキングセットを3セット追加することで、一定レベルの累積疲労に到達することが可能と考えられる。また同じ人がプログラムに毎週セット数を追加しない場合、おそらくバーベルに10ポンド(約4.5kg)を追加することで、量と強度の両方をいくらかずつ追加した場合と同じ累積疲労に到達することができるだろう。したがって、本稿における大きな疑問は、週単位の漸進を量、強度、あるいはその両方によってどの程度もたすべきかということである。我々はこの疑問に回答するにあたって、回復能力には限りがあるため、すべてを一度に増やすことはできず、両者の間である程度バランスをとるしかないことを念頭に置く必要がある。

残念ながら、この疑問に直接答える研究はまだ行なわれていない。それぞれ別の研究において、強度のみの漸進、および量のみの漸進(11)は、いずれも筋の成長を大きく引き起こしたが、我々の知るかぎり、2つの漸進方法を直接比較した研究はまだない。我々は仮説を立てる上での指標として、「平均的な長さのメゾサイクルにおいて、量と強度のどちらがより筋肥大に貢献するのか?」という問いを提起しなくてはならない。この問題に関しては、量と筋肥大の間に用量反応関係が存在することを示唆するエビデンスが蓄積しているのに対し、相対的強度との用量反応関係は証明されておらず、また負荷の影響もそれほど明確ではない(21,22)。

一般的に、量を増やすほど(そこから回復不可能になるレベル、すなわちMRVまで)、得られる筋肥大効果も大

きい。トレーニングを行っていない被験者の場合、ひとつの筋群における週のワーキングセット数が0~5セットの範囲から最大10セット以上の範囲まで増えると、得られる筋肥大の効果も大きくなり、またトレーニングを行なっている被験者においては、さらに量を増やしても、「量が多いほど効果的」に筋が成長する関係が持続することが明らかになっている(21)。実際、近年は多量のトレーニングを用いた研究が増えており、そのすべてではないにせよ(1,2,10)、いくつかの研究(11,16,17)が、少なくとも特定の状況下においては、この用量反応関係の上限がこれまでの想定を上回る可能性があることを示唆している。トレーニングセッションの頻度も考慮に入れると、筋肥大の増加は、セッションの量がワーキングセット1~3セットから約10セットまで増加する間は非常に確実に観察されるが、セッション当たり10セットを大きく超えると量が過剰となり、最適な筋量の増加を得られない可能性がある(2)。以上のことから、量の増加は筋肥大増加の原因である可能性が高いことを示す数多くのエビデンスが蓄積している。

これに対し、「相対的強度の増加」が筋肥大増加の原因であるとするデータは、決定的というにはほど遠い。実際、多少なりとも決定的といえる範囲に限れば、相対的強度(%1RM)を増やすことは、筋肥大の増加を確実にもたらすものではないことが、広い範囲の強度にわたって示唆されている。30%1RMに満たない強度では、それ以上の強度と同程度の筋肥大を引き起こさない可能性があることが明らかになっている(22)。一方で、90%1RM以上の強度で複数セットを行なうプログラムは、生じる疲労が大きく、最適な筋肥大効果を得るのに必要な量を蓄積するのに適さないことが明らかになっている(7)。しかし約30~90%1RMの

範囲についても、相対的強度を増やすほど、筋量の増加も大きくなるのが証明されているとはいえない(21,22)。それでもなかには、相対的強度を増やすことの有益性を示唆する研究もある(6)。実際、プログラムにおけるセット数は、場合によっては数学的な量(セット数×レップ数×重量)よりも筋の成長効果と強く相関しているとみられ、これは強度の筋肥大効果を裏づける間接的なエビデンスである(3)。すなわち、数学的量の少ないプログラム(例:10セット×6レップ)は、はるかに数学的量の多いプログラム(例:10セット×20レップ)とほぼ同程度の成長をもたらす、このことは強度が筋肥大を引き起こすメカニズムが存在する可能性を示しているのである。ただし、ここで議論されているのは、プログラムの全期間を通じた平均の量と強度であって、プログラムを通じた漸進ではないことに注意が必要である。それでもなお、この一連の研究がもたらす暫定的な示唆は参考となりうる。

エビデンスの暫定的総括

ここまで挙げたエビデンスの状況に基づき、トレーニングの量と強度がそれぞれ、プログラムにおいて引き起こされる筋肥大の程度に及ぼす影響について、以下にいくつかの暫定的な結論をまとめる。

- ・量の増加が筋肥大に効果をもたらすとする根拠は、合理的に妥当である。
- ・負荷の増加がもたらす効果には潜在的な根拠があるが、量の増加に関する根拠ほど明確ではない。
- ・そのため、プログラムにおけるワーキングセット数を増やすことが、筋肥大効果を高めるための効果的な方法になりうると思われる。
- ・疲労の蓄積には限界があるため、セット内での漸進(セット当たりの重量やレップ数の増加)を行なう場合は、代

わりにセット数の漸進を抑えてパランスをとることが理に適っている。

・相対的強度の増加は、疲労を大幅に増大させる一方、セット当たりの筋肥大効果は向上しない可能性が高いため、筋肥大を目的とした漸進方法としては暫定的に除外することができる。すなわち、週単位でレップ数を減らし、代わりに挙上重量を急激に増やしていくようなプログラム(ある週は1セットにつき10レップ、翌週は8レップ、その翌週は6レップなど)は、筋の成長を引き起こす方法として最適ではない可能性が高い。

・挙上重量を追加してレップ数を据え置く方法と、セット当たりのレップ数を増やして負荷を据え置く方法は、いずれもメゾサイクルにおけるセット内での漸進方法として妥当であると思われるが、どちらが優れているか、あるいはどちらかが優れているかは現時点で不明である。

特にセット数でカウントされる量は、筋肥大を決定づける大きな要因であると思われるため、我々はこれを暫定的に、筋の成長を最適化することを目的としたメゾサイクルの漸進における中心の変数とすることを推奨する。我々は、量を漸進における唯一の変数とすべきであるとは自信をもって断言できないものの、相対的強度に関しては、非常に広範囲にわたって筋肥大には重要な変数でないことが広く示されていることから、相対的強度のみを漸進させて筋肥大の最大化を図るプログラムには懐疑の目を向けることができる(20)。対する量は、広範囲にわたって筋肥大と正の用量反応関係にあることが明らかになっている(21)。エビデンスの状況を踏まえると、標準的には、量が漸進における主要な戦略となる一方、相対的強度はせいぜい二次的な要素にすぎないと想定すべきであるように思われる。

それならば、筋肥大を目的としたプログラムは強度を全く漸進させるべきでないのかというと、必ずしもそうではない。ひとつのプログラム内に多様な相対的強度を用いるほうが、たったひとつの強度の範囲を用いるより大きな筋の成長に繋がる可能性のあることが明らかになっている(4)。負荷をほとんど増加させない場合、最終的にはプログラムにおけるすべてのセットが非常に数の大きいレップ範囲(20以上)に達する。これは、先に述べた相対的強度の多様性を失わせることになり、ひいては最適な結果が得られないことに繋がる。いくつかの研究は、様々な相対的強度がそれぞれ異なる筋線維タイプに特異的な効果を有する可能性を示しているため(速筋線維には高負荷、遅筋線維には低負荷が効果的な可能性)、強度を特定の% 1RM範囲/ゾーン内に維持することが賢明と思われる(6,9,24)。また、レップ数(および相対的強度)を落とさずに負荷を増やすことは、強度を高めるだけでなく、数学的量を高めることにも繋がり、それがさらなる筋の成長をもたらす可能性がある。暫定的に妥当なアプローチとしては、プログラムにおけるレップ数が徐々に増えていくのを防ぐ範囲内で、強度を高くしていく(負荷を増やすが相対的強度は増やさない)という方法が考えられる。例えば、筋肥大プログラムにおいて各種のエクササイズをそれぞれ5レップ、10レップ、および20レップのセットから開始した場合、「5レップのセット」に使用している重量が、プログラム終了時にも依然として1セット5レップ前後しか挙上できない重さとなるように挙上重量を漸増させなくてはならない。これに対して一度も重量を増やさずにいると、やがて「5レップのセット」は8レップのセットになり、「10レップのセット」は15レップのセットになることで、結果的にプログラム開始時と同じ多様

性をもつ% 1RM範囲/ゾーンを提供することができなくなる。また、たとえ% 1RM範囲/ゾーンに関する研究結果に説得力がないとしても、時間とともに十分な筋力を獲得した結果、おおむね強度が30% 1RMを下回る重量でのみトレーニングを実施する状況に陥らないためには、ある程度の強度の増加はどこかの時点で実施しなくてはならない。負荷を増やしてレップ数を一定に保つのではなく、セット当たりのレップ数を(メゾサイクルを通して)増やしたほうが、より大きな成長効果を得られる可能性は考えられるだろうか? 考えられなくはないが、筋肥大においてワーキングセット数をほぼ同じにした場合のエビデンスを考慮すると、その可能性はやや低くなる。重量を増やしてレップ数を一定に保つより、レップ数を増やすほうが効果的であるとすれば、多レップのセットが少レップのセットより大きな成長をもたらすはずであるが、実際はそうっていない。重量を増やすのではなくレップ数を増やすほうが疲労の蓄積が少なく、その結果、「重量ではなくレップ数を増やす」アプローチはセット数の増加にも繋がる可能性はあるだろうか? おそらくあるだろうが、そのような可能性を自信をもって主張するにはエビデンスが十分ではない。また先に述べたように、負荷の多様性を高めることの利点も考えられるため、レップ数と重量のどちらを増やすのが(あるいは両者をどのようにトレードオフするのが)ベストであるかについては、現時点で断定できない。

現場への示唆

これらの事実は実践的な観点からは何を示唆するのだろうか? 本質的に我々は、量、特にワーキングセット数によって測定される量は、筋肥大への影響が相対的強度に比べて大きく、また、ワーキングセット数を増やす能力を大

幅に低下させるような相対的強度の操作は、おそらく避けるのが賢明であると考えられる。また負荷は筋肥大を引き起こす可能性があるが、量より優れていることを示すデータはなく、そのためワーキングセット数を増やす能力を大幅に低下させるような負荷の増加も、やはり賢明ではない可能性が高い。なお、この点に関してMangineら(15)は、8週間にわたるトレーニングの結果、4セット×3～5レップのほうが4セット×10～12レップに比べて、二重X線吸収測定法(DXA)を用いて測定した腕部の除脂肪量の増加が大きかったことを明らかにし、負荷を増やすほうが量(セット数×レップ数と定義)を増やすより効果的であることを示唆している。一方でSchoenfeldら(19)は、低負荷トレーニング(8～12レップのセット)のほうが、同じセット数の高負荷トレーニング(2～4レップのセット)より成長効果が大きかったことを明らかにしており、この2つの研究からはエビデンスの状況は明確でない。ただし、すでに述べたように、量の指標としてワーキングセット数のほうがセット数×レップ数より優れていることがエビデンスによって示唆されており(3)、この量の定義に基づけば、Mangineら(15)の研究における量は群間で同等であった。

現場においては、筋肥大プログラムは容易に回復可能でありながら、筋の成長をある程度引き起こすことのできるトレーニング量でメゾサイクルを開始するとよい。数週間のトレーニングを通じて、おそらく筋群当たりの週のワーキングセット数を追加する方法を用いて、量を徐々に増やしていくことが推奨される。最終的にそれ以上は回復が不可能なレベルの量(MRV)に達し、パフォーマンスが低下するため、累積疲労を低減し、再び量の増加プロセスを開始できるように、おそらく1週間程度、量を非常に低いレベルに戻す

必要がある。また強度の面では、先に述べたようにいくつかの相対的強度のゾーン、おそらくは「高強度」ゾーン(セット当たり5～10レップ)、「中強度」ゾーン(セット当たり10～20レップ)、および「低強度」ゾーン(セット当たり20～30レップ)を選択し、各ゾーンの重量を週1回かそれ以下の頻度で増やすことで、レップ数が徐々に増加して各ゾーンから外れるのを防ぐ方法が有益と考えられる。ただし、このような強度の増加は、マイクロサイクル(1週間のトレーニング)ごとの実施、マイクロサイクル数回ごとの実施、あるいはメゾサイクルに1回の実施(すなわちメゾサイクルごとにレップ数を大幅に増やし、終わればリセットして減らす)のいずれがベストであるかは、現時点では明らかでない。

例えば、上記を踏まえて、メゾサイクルをひとつの筋群につき週10セットから開始し、それを筋群当たり週に平均2セットずつ上げて20セットに到達したら、疲労を低減するために負荷を下げるといった方法が考えられる(図)。それと同時に、挙上重量を週に約2.5ポンド(約1.1kg)ずつ増やし、レップ数が個々の強度ゾーンから大きく外れないようにしてもよい。

結論

結論として我々は、筋肥大を目的としたトレーニングのメゾサイクルにおいては、量の増加が相対的強度の増加より重要であるとの仮説を提案する。絶対的強度(負荷)を増やす効果はそこまで明確でないため、今後の研究に向けたひとつの提案は、負荷のみの漸進を量(ワーキングセット数またはセット当たりのレップ数)と比較することである。またもうひとつの提案として、おそらくは筋の損傷と回復に関連する遺伝的因子を調査し、量の漸進により良好な反応を示す人がいる一方で、負荷の漸進に反応しやすい人がいる可能性を探ることも考えられる。このような研究から結論が導き出されるまでは、最大の筋の成長を目的としたメゾサイクルにおける漸進を計画するにあたって、トレーニング量を主要な変数とすることが賢明な実践の方法として推奨される。◆

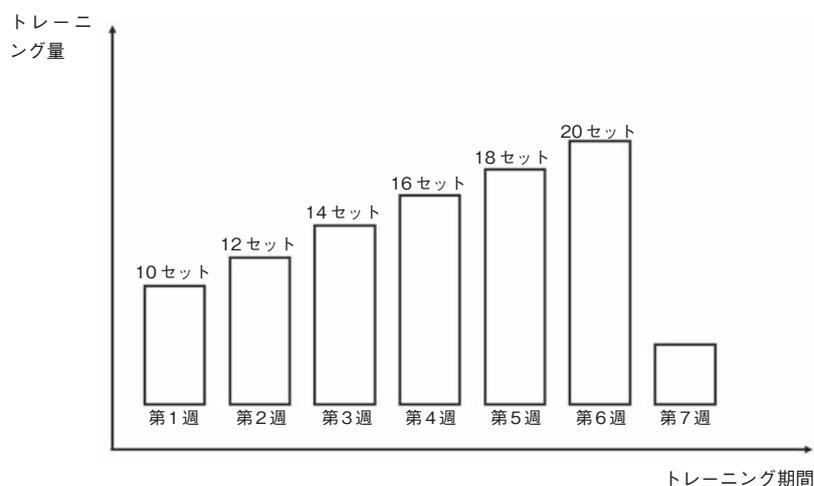


図 メゾサイクルにおけるセット数の漸進。メゾサイクルにおいては、おそらくセット数を週単位で増やすことにより、トレーニングへの適応が生じるなかで筋肥大の刺激を最適化し続けることが可能となる。

References

1. Amirthalingam T, Mavros Y, Wilson GC, Clarke JL, Mitchell L, Hackett DA. Effects of a modified German volume training program on muscular hypertrophy and strength. *J Strength Cond Res* 31: 3109–3119, 2017.
2. Barbalho M, Coswig VS, Steele J, Fisher JP, Paoli A, Gentil P. Evidence for an upper threshold for resistance training volume in trained women. *Med Sci Sports Exerc* 51: 515–522, 2019.
3. Baz-Valle E, Fontes-Villalba M, Santos-Concejero J. Total number of sets as a training volume quantification method for muscle hypertrophy: A systematic review. *J Strength Cond Res*, 2018 [Epub ahead of print].
4. Dos Santos L, Ribeiro AS, Cavalcante EF, Nabuco HC, Antunes M, Schoenfeld BJ, Cyrino ES. Effects of modified pyramid system on muscular strength and hypertrophy in older women. *Int J Sports Med* 39: 613–618, 2018.
5. Fleck SJ. Periodized strength training: A critical review. *J Strength Cond Res* 13: 82–89, 1999.
6. Fry AC. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Med* 34: 663–679, 2004.
7. Fry AC, Kraemer WJ, van Borselen F, Lynch JM, Marsit JL, Roy EP, Triplett NT, Knuttgen HG. Performance decrements with high-intensity resistance exercise overtraining. *Med Sci Sports Exerc* 26: 1165–1173, 1994.
8. Goto K, Ishii N, Kizuka T, Takamatsu K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Med Sci Sports Exerc* 37: 955–963, 2005.
9. Grgic J, Schoenfeld BJ. Are the hypertrophic adaptations to high and low-load resistance training muscle fiber type specific? *Front Physiol* 9: 402, 2018.
10. Hackett DA, Amirthalingam T, Mitchell L, Mavros Y, Wilson GC, Halaki M. Effects of a 12-week modified German volume training program on muscle strength and hypertrophy-A pilot study. *Sports (Basel)* 6(1):pii: E7, 2018.
11. Haun CT, Vann CG, Mobley CB, Roberson PA, Osburn SC, Holmes HM, Mumford PM, Romero MA, Young KC, Moon JR, Gladden LB, Arnold RD, Israetel MA, Kirby AN, Roberts MD. Effects of graded whey supplementation during extreme-volume resistance training. *Front Nutr* 5: 84, 2018.
12. Helms ER, Aragon AA, Fitschen PJ. Evidence-based recommendations for natural bodybuilding contest preparation: Nutrition and supplementation. *J Int Soc Sports Nutr* 11: 20, 2014.
13. Israetel M, Hoffman J. How much should I train. *E-BOOK*. 1–22, 2017. Available at: <https://renaissanceperiodization.com/how-much-should-i-train>.
14. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc* 36: 674–688, 2004.
15. Mangine GT, Hoffman JR, Gonzalez AM, Townsend JR, Wells AJ, Jajtner AR, Beyer KS, Boone CH, Miramonti AA, Wang R, LaMonica MB, Fukuda DH, Ratamess NA, Stout JR. The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. *Physiol Rep* 3(8). pii: e12472.
16. Radaelli R, Fleck SJ, Leite T, Leite RD, Pinto RS, Fernandes L, Simão R. Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy. *J Strength Cond Res* 29: 1349–1358, 2015.
17. Schoenfeld BJ, Contreras B, Krieger J, Grgic J, Delcastillo K, Belliard R, Alto A. Resistance training volume enhances muscle hypertrophy but not strength in trained men. *Med Sci Sports Exerc* 51: 94–103, 2019.
18. Schoenfeld BJ. Design for maximal hypertrophy. In: *Science and Development of Muscle Hypertrophy*. Lehman College, Bronx, New York: Human Kinetics Australia P/L, 2010. pp. 185–220.
19. Schoenfeld BJ, Contreras B, Vigotsky AD, Peterson M. Differential effects of heavy versus moderate loads on measures of strength and hypertrophy in resistance-trained men. *J Sports Sci Med* 15: 715–722, 2016. Accessed January 15, 2019.
20. Schoenfeld BJ, Grgic J, Ogborn D, Krieger JW. Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. High-load resistance training: A systematic review and meta-analysis. *J Strength Cond Res* 31: 3508–3523, 2017.
21. Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci* 35: 1073–1082, 2017.
22. Schoenfeld BJ, Wilson JM, Lowery RP, Krieger JW. Muscular adaptations in low-versus high-load resistance training: A meta-analysis. *Eur J Sport Sci* 16: 1–10, 2016.
23. Steele J. Intensity; in-ten-si-ty; noun. 1. Often used ambiguously within resistance training. 2. Is it time to drop the term altogether? *Br J Sports Med* 48: 1586–1588, 2014.
24. Tesch PA, Ploutz-Snyder LL, Yström L, Castro MJ, Dudley GA. Skeletal muscle glycogen loss evoked by resistance exercise. *J Strength Cond Res* 12: 67–73, 1998.
25. Turner A. The science and practice of periodization: A brief review. *Strength Cond J* 33: 34–46, 2011.

From *Strength and Conditioning Journal*
Volume 42, Number 5, pages 2-6.

著者紹介



Mike Israetel :
Renaissance Periodizationの
主任スポーツ科学者。



Jared Feather :
Renaissance Periodizationの
フィジックおよびボディビル
ディングのヘッドコンサルタ
ント。



Tiago V. Faleiro :
Renaissance Periodizationの
コンサルタント。



Carl-Etienne Juneau :
人工知能(AI)トレーナーを手
がける企業Dr. Muscleの創設
者。